

## 発明の名称

発光モジュール

Light Generating Module

## 発明の背景

### 発明の分野

本発明は、発光モジュールに関する。

### 関連する背景技術

半導体光モジュールは、半導体レーザ素子と、モニタ用フォトダイオードと、バタフライ型パッケージとを備える。このパッケージ内には、半導体レーザ素子及びモニタ用フォトダイオードが収容されている。モニタ用フォトダイオードは、半導体レーザ素子からの光を受ける。バタフライ型パッケージは、複数のリード端子を備え、半導体レーザ素子はこれらのリード端子を介して駆動信号を受けている。

### 発明の概要

発明者は、10 Gbps以上の伝送速度を達成できる発光モジュールを研究している。発明者は、10 Gbps程度の伝送速度を達成するためには、駆動素子それ自身の動作速度が重要であると理解している。発明者がこれまでにに行った検討によれば、駆動素子だけでなく、駆動信号を駆動素子に伝えと共に駆動素子からの信号を半導体発光素子に伝えることもまた重要であることを見出した。

高速な変調信号の品質を劣化させることなく半導体発光素子に供給するためには、駆動素子を半導体発光素子に近接して配置することが重要である。伝送速度2.5 Gbpsを達成するためには、駆動素子と半導体発光素子との間の距離が1.5 cm以下であるという条件が必要である。この条件を緩和するために、伝送速度2.5 Gbpsで動作する発光モジュールでは、駆動素子を半導体発光素子に50  $\Omega$  インピーダンス

の伝送線で接続すると共に、半導体発光素子に隣接してインピーダンス整合用の抵抗を配置している。

伝送速度 10 Gbps を達成するためには、駆動素子と半導体発光素子との間の距離が 2 ~ 3 mm 以下であるという条件が必要である。このため、50  $\Omega$  インピーダンスの伝送線とインピーダンス整合用の抵抗とを用いる形態を採用しても、伝送速度 10 Gbps を達成できる程度に広帯域でインピーダンス整合を取ることは難しい。

上記の形態とは別に、駆動素子と半導体発光素子との間の距離を 1 mm 以下にする形態が考えられる。インピーダンス整合用の抵抗を用いない場合には、駆動素子と半導体発光素子との間の距離が短いほど高速伝送に適する。つまり、駆動素子と半導体発光素子とを近接配置することが伝送速度を向上させるために重要である。しかしながら、半導体発光素子にはモニタ用フォトダイオードが隣接して配置されている。このため、発明者は、半導体発光素子とモニタ用保護ダイオードとの光学的結合を妨げることなく、発光モジュールが伝送速度 10 Gbps を達成できるように駆動素子を半導体発光素子に近接して配置できる構造を検討した。

そこで、本発明の目的は、駆動素子を半導体発光素子に隣接して配置できる構造を有する発光モジュールを提供することとした。

本発明に係わる発光モジュールは、半導体発光素子と、モニタ用受光素子と、駆動素子と、ハウジングとを備える。モニタ用受光素子は、半導体発光素子に光学的に結合されている。駆動素子は、半導体発光素子が配置された領域とモニタ用受光素子が配置された領域との間の領域に配置されており、半導体発光素子を駆動する。ハウジングは、半導体発光素子、駆動素子、およびモニタ用受光素子を収容する。これらの素子は、所定の基準面に沿って順に配置されている。

駆動素子は、半導体発光素子とモニタ用受光素子との間に配置されている。この配置では、半導体発光素子に近接して駆動素子を配置できる。

本発明に係わる発光モジュールは、第1の搭載部材と、第2の搭載部材とを更に備えるようにしてもよい。第1の搭載部材は、所定の軸に沿って順に配置された第1、第2および第3の領域を有する。第2の搭載部材は、モニタ用受光素子が配置された支持面を有する。モニタ用受光素子は光を検出する光検知領域を有している。半導体発光素子は第1の搭載部材の第1の領域上に配置されている。駆動素子は第1の搭載部材の第2の領域上に配置されている。第2の搭載部材は第1の搭載部材の第3の領域上に配置されている。半導体発光素子は、一对の端面と、一对の端面の一方から他方に伸びる活性層とを有する。ハウジング内の領域は、活性層に沿って伸びる平面によって第1の領域および第2の領域に分割されている。駆動素子は、第2の領域に位置している。

この発光モジュールにおいて、モニタ用受光素子の光検知領域は第1の領域に位置している。この形態によれば、第1の領域に位置する光検知領域の全体が、半導体発光素子に光学的に結合可能となる。

この発光モジュールにおいて、モニタ用受光素子の光検知領域は、第1および第2の部分とを有すると共に、光検知領域の第1の部分が第1の領域に位置し、光検知領域の第2の部分が第2の領域に位置する。この形態によれば、光検知領域の第1の部分が半導体発光素子に光学的に結合可能となり、光検知領域の第2の部分も光の検知に寄与し得る。

発光モジュールでは、ハウジングは複数の側壁を有している。半導体受光素子は、複数の側壁のうちの一側壁と駆動素子との間に配置されている。この発光モジュールは、ハウジングの一側壁と駆動素子との間に配置された基板を更に備えるようにしてもよい。基板は、駆動素子に変調信号を伝送するための伝送路を有している。伝送路は、駆動素子と電

氣的に接続されている。

一側壁と駆動素子との間に基板を設ければ、ハウジング内に半導体受光素子が配置されていても、伝送線を介して駆動素子に信号が提供される。

5 発光モジュールでは、伝送路はA1N系材料で形成された面上に設けられている。このため、この伝送路は優れた高周波伝送特性に有することになる。伝送路はマイクロストリップラインを含むことができる。また、伝送路はコプレーナ型ラインを含むことができる。

発光モジュールでは、第2の搭載部材は基板上に設けられており、第2の搭載部材は伝送路と隔壁されている。伝送路が第2の搭載部材から離れているので、伝送路を伝搬する信号が第2の搭載部材により攪乱されにくい。

発光モジュールは、所定の軸に沿って配置された光ファイバを更に備えるようにしてもよい。光ファイバは、半導体発光素子に光学的に結合された一端を有する。半導体発光素子によって発生された光は、光ファイバを介して発光モジュールから取り出される。これにより、光ファイバ、半導体発光素子、駆動素子、およびモニタ用受光素子を順に所定の軸に沿って配置された形態が提供される。

20 また、発光モジュールでは、光ファイバは、一端から所定の距離に設けられた回折格子を有するようにしてもよく、また半導体発光素子は半導体光増幅器を含むようにしてもよい。これにより、半導体光増幅器を駆動するための駆動素子を内蔵可能な構造を有するファイバグレーティング半導体発光モジュールが提供される。

25 さらに、発光モジュールは、半導体発光素子は半導体レーザ素子を含むようにしてもよい。これにより、半導体レーザ素子を駆動するための駆動素子を内蔵可能な構造を有する半導体レーザモジュールが提供され

る。

本発明の上記の目的および他の目的、特徴、並びに利点は、例示としてのみ示される添付図面を参照して進められる本発明の好適な実施の形態の以下の詳細な記述から、より容易に明らかになる。

#### 5 図面の簡単な説明

図 1 は、本実施の形態に係わる発光モジュールを示す図面である。

図 2 A は、図 1 に示された発光モジュールに含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す平面図であり、図 2 B は、図 1 に示された発光モジュールに含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す側面図である。

図 3 A は、半導体駆動素子、半導体受光素子および基板の配置を示す図面である。図 3 B は、図 3 A の I-I 断面における断面図である。

図 4 は、発光モジュールの等価回路を示す図面である。

図 5 は、別の実施の形態に係わる発光モジュールを示す図面である。

図 6 A は、図 5 に示された発光モジュールに含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す平面図であり、図 6 B は、図 5 に示された発光モジュールに含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す側面図である。

図 7 A は、さらに別の実施の形態に係わる発光モジュールに含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す側面図である。図 7 B は、基準平面と半導体受光素子との配置を示す図面である。

#### 好適な実施例の詳細な説明

本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付する。

#### (第 1 の実施の形態)

図 1 は、本実施の形態に係わる発光モジュールを示す。発光モジュール

ル 1 は、ハウジング 2 と、半導体発光素子 4 と、半導体駆動素子 6 と、半導体受光素子 8 とを備える。ハウジング 2 は、所定の軸に沿って伸びる一対の側壁部と、所定の軸に交差する後壁部および前壁部とを有する。側壁部の各々には複数のリード端子 2 a が設けられ、および後壁部には複数のリード端子 2 b が設けられている。

ハウジング 2 は、半導体発光素子 4、半導体駆動素子 6、半導体受光素子 8 を収容している。半導体発光素子 4 は、変調信号に基づいて変調された光を発生する。半導体発光素子 4 は、例えば半導体レーザ素子であることができ、また、電界吸収 (E A) 型光変調器と半導体レーザとを集積した光集積レーザ素子であることができる。半導体レーザとしては、D F B 半導体レーザおよびファブリペロー半導体レーザが例示される。半導体受光素子 8 は、半導体発光素子 4 の発光を監視する。半導体受光素子 8 は、光を電流に変換することができ、例えばフォトダイオードであることができる。半導体駆動素子 6 は、リード端子 2 b を介して受けた変調信号を受ける。変調信号は、半導体発光素子 4 を変調するための信号である。半導体駆動素子 6 は、変調信号を増幅して駆動信号を生成する。駆動信号は、半導体発光素子 4 へ提供される。半導体発光素子 4 が光集積レーザ素子であるときは、変調信号は E A 型光変調器に加えられる。

ハウジング 2 の底面 2 c 上には、第 1 の搭載部材 1 0 が設けられている。第 1 の搭載部材 1 0 は、金属といった導電性の材料からなる。第 1 の搭載部材 1 0 は、支持部材 1 2 によって支持される。第 1 の搭載部材 1 0 は、搭載面 1 0 a と、レンズ支持部 1 0 b とを有する。レンズ支持部 1 0 b は、第 1 のレンズ支持部材 1 4 を支持している。第 1 のレンズ支持部材 1 4 は、第 1 のレンズ (図 2 の 4 2) を保持している。

搭載面 1 0 a 上には、半導体発光素子 4、半導体駆動素子 6、半導体

受光素子 8 が搭載され、これらの素子は所定の軸に沿って配置されている。半導体駆動素子 6 は、半導体発光素子 4 と半導体受光素子 8 との間に配置されている。半導体発光素子 4 は、サブマウントといった第 2 の搭載部材 1 6 上に搭載されており、第 2 の搭載部材 1 6 は、搭載面 1 0 a 上に配置されている。サブマウントは、例えば熱導電性に優れた材料からなる。半導体駆動素子 6 は、搭載面 1 0 a 上に直接に搭載されている。半導体受光素子 8 は、第 3 の搭載部材 2 6 の支持面 2 6 a 上に配置されている。これにより、半導体受光素子 8 の受光面は、半導体発光素子 4 と光学的に結合可能なように配置される。第 3 の搭載部材 2 6 は、例えばアルミナといった誘電体材料からなる。第 3 の搭載部材 2 6 は、一対の支持部材を含み、その支持面 2 6 a を含む平面が所定の軸に交差するように搭載部材 2 6 の本体は一対の支持部材 1 8 によって支持されている。一対の支持部材 1 8 の各々は、配線基板 2 0 上に配置されている。支持部材 1 8 は、例えば A l N といった絶縁材料、またはコパールといった金属からなる。配線基板 2 0 は、A l N といった絶縁材料からなる。

ハウジング 2 の前壁部には、第 1 の搭載部材 1 0 のレンズ支持部 1 0 b と対面している。前壁部には、半導体発光素子 4 からの光が通過する孔 2 d が設けられている。孔 2 d には保持部材 2 4 が配置されており、保持部材 2 4 はハーメチックガラス 2 2 を保持している。ハウジング 2 の前壁部の外面には、保持部材 2 4 に合わせて第 2 のレンズ保持部材 2 8 の一端が配置されている。第 2 のレンズ保持部材 2 8 は、集光レンズといったレンズ 3 0 を保持している。第 2 のレンズ保持部材 2 8 の他端には、フェルールホルダ 3 2 が配置されている。フェルールホルダ 3 2 はフェルール 3 4 を収容するために孔を有する。フェルール 3 4 には、光ファイバ 3 6 の一端部を保護するように、光ファイバ 3 6 が挿入され

5 ている。光ファイバ36は、フェルール34およびフェルールホルダ32を介してレンズ30に位置合わせされている。これにより、光ファイバ36の一端部に半導体発光素子4からの光が入力される。保護部材38は、第2のレンズ保持部材28、フェルールホルダ32およびフェルール34を覆っている。保護部材38は、ゴム製キャップであることができる。光ファイバ36は、保護部材38を通してハウジングの外へ取り出される。光ファイバ36の他端部には、光コネクタといった光学的結合デバイス40が設けられている。光学的結合デバイス40は、光ファイバ34を伝搬してきた半導体発光素子4からの光を提供する。本実施の形態では、光学的結合デバイス40は、光ファイバ36の他端部に設けられたフェルールを含むことができる。

図2Aは、発光モジュール1に含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的結合を示す平面図であり、図2Bは、発光モジュール1に含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的結合を示す側面図である。

図2Aを参照すると、所定の軸44に沿って、光ファイバ36、レンズ30、レンズ42、半導体発光素子4、半導体駆動素子6、および半導体受光素子8が配列されている。半導体発光素子4は、レンズ30およびレンズ42によって光ファイバ36に光学的に結合される。半導体発光素子4は、光放出面4aおよび光反射面4bを有する。光放出面4aおよび光反射面4bは、発光モジュール1の光共振器を構成する。光反射面4bは、半導体発光素子8の受光面8aに対面している。光Aは、半導体発光素子4の光反射面4bから受光面8aに到達して、受光領域8bにおいてキャリアを生成する。また、光Bは、半導体発光素子4の光放出面4aから提供され、レンズ保持部10bに設けられた孔10cを通過してコリメートレンズといったレンズ42に到達する。レンズ4



2 は、光 B の進行方向を変え所定に軸 4 4 に沿った方向に向ける。光 C は、集光レンズといったレンズ 3 0 に到達する。レンズ 3 0 は、光 C の進行方向を変えて光ファイバ 3 6 の一端 3 6 a に向かう光 D にする。光 D は、光ファイバ 3 6 に導入されると、クラッド部 3 6 d にその側面を覆われたコア部 3 6 c を伝搬する光 E になる。光 E は、光ファイバ 3 6 の他端 3 6 b に到達して、光結合デバイス 4 0 を介して、別の光結合デバイス(図示せず)に光 E を提供される。

第 1 の搭載部材 1 0 の搭載面 1 0 a 上には、第 2 の搭載部材 1 6 を介して半導体発光素子 4 が搭載されている。半導体発光素子 4 の一電極は、ボンディングワイヤ 4 8 を介して電源電位線と電気的に接続されている。半導体発光素子 4 の他電極は、ボンディングワイヤ 4 6 を介して半導体駆動素子 6 と電気的に接続されている。ボンディングワイヤ 4 6 は、半導体発光素子 4 から半導体受光素子 8 へ向かう光の経路を避けて配置されている。発明者の実験によれば、1 0 G b p s といった高速伝送を達成するためには、半導体駆動素子 6 と第 2 の搭載部材 1 6 との距離が 1 mm 以下であることが必要である。半導体駆動素子 6 は、一対の辺を有し、一対の辺の一方は、半導体発光素子 4 に対面しており、他方は、基板 2 0 に対面している。基板 2 0 は配線面 2 0 f を有する。配線面 2 0 f 上には、一対の辺の一方から他方まで伸びる一対の伝送路 2 0 a、2 0 b が設けられている。これらの伝送路 2 0 a、2 0 b の間には、導電層 2 0 c、2 0 d、2 0 e が設けられている。導電層 2 0 c、2 0 d、2 0 e は、接地電位線に接続されている。伝送路 2 0 a、2 0 b の一端は、半導体駆動素子 6 とボンディングワイヤ 5 0 を介して電気的に接続されている。伝送路 2 0 a、2 0 b の他端は、ハウジング 2 のリード端子 2 b とボンディングワイヤ 5 2 を介して電気的に接続されている。伝送路 2 0 a、2 0 b の一端は、半導体駆動素子 6 の一辺に対面する位置

に配置され、伝送路 20 a、20 b の他端は、リード端子 2 b に対面する位置に配置されている。伝送路 20 a、20 b は、所定の軸 4 4 に沿って伸びるように設けられており、これら両端を直線で結ぶように設けられていてよい。伝送路 20 a、20 b は、また、電氣的に対称なように形成されている。

図 2 B を参照すると、所定の軸 4 4 に合わせて、光ファイバ 3 6、レンズ 3 0、レンズ 4 2、半導体発光素子 4 が配列されている。半導体発光素子 4 は、キャリアが注入されると光を発生する活性層 4 c を有する。活性層 4 c は、基準平面を含み、基準平面に沿って伸びるように設けられている。基準平面は、軸 4 4 を含むように規定されている。図 2 B においては、基準平面は軸 4 4 と全く重なっている。この基準平面は、ハウジング 2 内の領域を 2 つに分割する。一方の領域には、半導体駆動素子 6 が配置されている。他方の領域には、受光領域 8 b が配置されており、好ましく半導体受光素子 8 が配置される。この配置によれば、半導体発光素子 4 の活性層 4 c の発光領域と、受光領域 8 b とを結ぶ直線は、半導体駆動素子 6 の素子面 6 a と交差しない。このため、半導体受光素子 8 は、半導体発光素子 4 と確実に光学的に結合される。この配置によれば、また、半導体駆動素子 6 は半導体発光素子 4 に隣りに配置可能になる。

図 3 A は、半導体駆動素子 6、半導体受光素子 8 および基板 2 0 の配置を示す図面である。第 3 の搭載部材 2 6 の本体は、一对の支持部材 1 8 によって支持されている。支持部材 1 8 は、第 3 の搭載部材 2 6 の下方を伝送路 20 a、20 b が通過する領域を提供する。伝送路 20 a、20 b は、例えば、配線面 20 f 上に設けられたマイクロストリップラインであることができる。マイクロストリップラインであると、一对のラインの間隔を狭くできこれにより半導体駆動素子 6 の入力パッドへの

5 接続ワイヤ長を短くできるという有利な効果がある。また、伝送路 20 a、20 b は、例えば、配線面 20 f 上に設けられたコプレーナ型ラインであることができる。コプレーナ型ラインにおいても、一対のラインの間隔を狭くできこれにより半導体駆動素子 6 の入力パッドへの接続ワイヤ長を短くできるという有利な効果があり、発明者の知見によれば、本実施の形態に係わる発光モジュールでは、コプレーナ型ラインがマイクロストリップラインより好適である。これらの伝送路は特性インピーダンス 50  $\Omega$  を有することが好適である。

図 3 B は、図 3 A の I-I 断面における断面図である。第 3 の搭載部材 26 と伝送路 20 a、20 b との距離  $d_1$ 、 $d_2$  は、100  $\mu\text{m}$  以上であることが好ましい。発明者の実験によれば、この程度の距離をとれば、第 3 の搭載部材 26 による伝送路 20 a、20 b への電磁気的な影響を実用的なレベルまで低減できる。支持部材 18 と伝送路 20 a、20 b との距離  $d_3$ 、 $d_4$  は、100  $\mu\text{m}$  以上であることが好ましい。発明者の実験によれば、この程度の距離をとれば、支持部材 18 による伝送路 20 a、20 b への電磁気的な影響を実用的なレベルまで低減できる。

図 4 は、発光モジュール 1 に含まれる電子素子の等価回路を示す図面である。半導体駆動素子 6 には、10 Gbps の伝送速度の変調信号 54 がリード端子 2 b を介して発光モジュール 1 に与えられる。相補変調信号 54 は、リード端子 2 b からインピーダンス 52、20 a、20 b、50 を介して半導体駆動素子 6 の入力端子に提供される。半導体駆動素子 6 は相補変調信号 54 を処理するための増幅回路 6 b および駆動回路 6 c を有し、相補変調信号 54 は増幅回路 6 b および駆動回路 6 c を介して差動対トランジスタ 6 d に与えられる。

25 差動対トランジスタ 6 d は、共通ノードを有する一対のトランジスタを備える。差動対トランジスタ 6 d の共通ノードと基準電位線 56 との

5 間には、電流源部 6 e が接続されている。差動対トランジスタ 6 d の一方のノードには、インピーダンス 4 6 を介して半導体発光素子 4 の一端子(例えば半導体レーザ素子のカソード)に接続されている。半導体発光素子 4 の他端子(例えば半導体レーザ素子のアノード)は、インピーダンス 4 8 を介して発光素子用の電源電位線 5 7 に接続されている。差動対トランジスタ 6 d の他方は、電源電位線 5 7 に接続されている。これらの接続によって、半導体発光素子 4 は変調信号に従って動作し、光信号を発生する。光信号 B は、光ファイバ 3 6 に提供される。

また、半導体発光素子 4 の一端子と基準電位線 5 6 との間には、バイアス電流回路 6 f が接続されている。バイアス電流回路 6 f は、半導体発光素子 4 の動作点を規定するためのバイアス電流を半導体発光素子 4 の一端子に提供する。なお、半導体駆動素子 6 は、リード端子 2 a を介していくつかの制御信号(図示せず)を受けるけれども、詳細な説明は省略する。

半導体発光素子 4 にはモニタ用の半導体受光素子 8 が光学的に結合されている。半導体受光素子 8 は、半導体発光素子 4 からモニタ用光 A を受ける。半導体受光素子 8 の一端子(例えばフォトダイオードのカソード)は、受光素子用の電源電位線 5 8 に接続されている。半導体受光素子 8 の他端子(例えばフォトダイオードのアノード)は、リード端子 1 a に接続されている。

これまでの説明から理解されるように、半導体駆動素子 6 は半導体発光素子 4 に数百  $\mu\text{m}$  程度まで隣接して配置できるので、高速伝送を達成可能な発光モジュール 1 が提供される。

#### (第 2 の実施の形態)

25 図 5 は、別の実施の形態に係わる発光モジュールを示す。発光モジュール 6 0 は、ハウジング 2 と、半導体発光素子 6 2 と、半導体駆動素子

6と、半導体受光素子8とを備える。ハウジング2、半導体駆動素子6、半導体受光素子8は、図1に示された実施の形態と同じであるので、詳細な説明を省略するけれども、第1の実施の形態に限定されるものではない。第2の実施の形態では、半導体発光素子62は、例えば半導体光増幅器であることができる。

第1の搭載部材10は、搭載面10aと、レンズ支持部10bとを有する。搭載面10a上には、所定の軸に沿って配置された半導体発光素子62、半導体駆動素子6、半導体受光素子8が搭載されている。半導体駆動素子6は、半導体発光素子62と半導体受光素子8との間に配置されている。半導体発光素子62は、第2の搭載部材16上に搭載されている。レンズ支持部10bの側面には、位置合わせ部64が配置されている。位置合わせ部64は、光ファイバ70が半導体光増幅器62に光学的に結合するために用いられている。フェルール66には、光ファイバ70の一端部を保護するように、光ファイバ70が挿入されている。位置合わせ部64は、フェルール66を保持している。

ハウジング2の前壁部は、第1の搭載部材10のレンズ支持部10bと対面している。前壁部には、半導体発光素子4からの光が通過する孔2dが設けられている。孔2dの位置に合わせて、筒状の光導入部2eが配置されている。保護部材72が、光導入部2eを覆っている。保護部材72は、ゴム製キャップであることができる。光ファイバ70は、保護部材72を通してハウジング2の外へ取り出される。光ファイバ70の他端70bには、光コネクタといった光学的結合デバイス74が設けられている。光学的結合デバイス74は、光ファイバ70を伝搬してきた半導体発光素子62からの光を提供する。この実施の形態では、光学的結合デバイス74は、光ファイバ70の他端70bに設けられたフェルール74aを含むことができる。

図 6 A は、発光モジュール 6 0 に含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す平面図であり、図 6 B は、発光モジュール 6 0 に含まれる電子素子および光学素子の電気的および光学的の結合を示す側面図である。

5 図 6 A を参照すると、光ファイバ 7 0、半導体発光素子 6 2、半導体駆動素子 6、および半導体受光素子 8 が所定の軸 4 4 に沿って配列されている。半導体発光素子 6 2 は、光ファイバ 7 0 のレンズ化端部 7 0 a に光学的に結合される。光ファイバ 7 0 は、レンズ化端部 7 0 a から所定の距離の位置にグレーティング 7 0 e を有する。グレーティング 7 0 e は、光ファイバ 7 のコア部 7 0 c に設けられ、コア部 7 0 c の側面はクラッド部 7 0 d に覆われている。

半導体発光素子 6 2 は、光放出面 6 2 a および光反射面 6 2 b を有する。グレーティング 7 0 e および光反射面 4 b は、発光モジュール 6 0 の光共振器を構成する。光反射面 4 b の反射率は、光放出面 4 a の反射率より大きい。光放出面 4 a の反射率は十分に小さい。光反射面 4 b は、半導体発光素子 8 の受光面 8 a に対面している。

図 6 A および図 6 B を参照しながら、光学的な動作を説明する。光 F は、半導体発光素子 6 2 の光反射面 6 2 b から受光面 8 a に到達して、受光領域 8 b においてキャリアを生成する。また、光 G は、半導体発光素子 6 2 の光放出面 6 2 a から提供され、レンズ化端部 7 0 a から光ファイバ 7 0 に導入される。光 G の一部は、グレーティング 7 0 e を透過して光 I になる。光 I は、光ファイバ 7 0 の他端 7 0 b に到達して、光学的結合デバイス 7 4 を介して、別のデバイス(図示せず)に提供される。残りの光は、グレーティング 7 0 e によって反射され光 H になる。光 H は、レンズ化端部 7 0 a 及び光放出面 6 2 a を通して光反射面 6 2 b に到達する。光 H は、光反射面 6 2 b によって反射され、再びグレーティ

ング70eに向かう。

第1の搭載部材10の搭載面10a上には、第2の搭載部材16を介して半導体発光素子62が搭載されている。半導体発光素子62の一電極は、ボンディングワイヤ48を介して電源電位線と電氣的に接続されている。半導体発光素子62の他電極は、ボンディングワイヤ46を介して半導体駆動素子6と電氣的に接続されている。

図6Bを参照すると、光ファイバ70、半導体発光素子62が所定の軸44に合わせて配列されている。半導体発光素子62は、キャリアが注入される光を発生する活性層62cを有する。活性層62cは、所定の基準平面に沿って設けられている。基準平面は、第1の実施の形態と同様に、軸44を含むように規定される。図6Bにおいては、基準平面は、軸44と全く重なっている。この基準平面は、ハウジング2内の領域を2つに分割する。一方の領域には、半導体駆動素子6が配置されている。他方の領域には、受光領域8bが配置されており、好ましく半導体受光素子8が配置される。この配置によれば、半導体発光素子62の活性層62cの発光領域と、受光領域8bとを結ぶ直線は、半導体駆動素子6の素子面6aと交差しない。このため、半導体受光素子8は、半導体発光素子4と確実に光学的に結合される。この配置によれば、また、半導体駆動素子6は半導体発光素子62に隣接して配置可能になる。故に、高速伝送を達成可能な発光モジュール1が提供された。

なお、グレーティング70eを備えない光ファイバにも、図6Aおよび図6Bに示された発光モジュールの構成を採用できる。この発光モジュールにおいて、半導体発光素子の一端面からの光は、レンズを介して光ファイバに結合される。他端面からの光は、モニタ用受光素子に入力する。半導体発光素子の一端面は、半導体発光素子が放出する光の強度を向上できるようにARコート膜を備えており、他端面はHRコート膜

を備えている。モニタ用受光素子の十分な感度または十分なモニタ電流を得るために、HRコート膜の反射率を適宜決定できる。

### (第3の実施の形態)

図7Aは、図1に示された発光モジュールの変形例を示す。本実施の形態に係わる発光モジュールでは、発光モジュール1の第1の搭載部材10に代えて、第1の搭載部材11を用いている。搭載部材11以外の部材は、第1の実施の形態の発光モジュールと同じである。半導体発光素子4、半導体駆動素子6、および半導体受光素子8が搭載面11a上に搭載されている。第1のレンズ保持部材14は、レンズ支持部11bによって支持されている。

図7Aに示されるように、発光モジュールでは、光ファイバ36、レンズ30、レンズ42、半導体発光素子4、半導体受光素子8が、所定の軸44上に配列されている。このため、半導体発光素子4の光反射面から出射された光Bは、所定の軸44に沿って進み、半導体受光素子8に到達する。半導体発光素子4は活性層4cを有する。活性層4cは、基準平面を含み、基準平面に沿って伸びるように設けられている。基準平面は、軸44を含むように規定されている。図7Aにおいては、基準平面は軸44と全く重なっている。この基準平面は、ハウジング2内の領域を第1および第2の領域に分割する。第1の領域には、半導体駆動素子6が配置されている。

図7Bを参照すると、光検知領域8bは、基準平面と交差しており、基準平面により、第1の部分8dおよび第2の部分8cに分割されている。第1の部分8dは、第1の領域に位置しており、また第2の部分8cは第2の領域に位置している。この配置においても、半導体発光素子4の活性層4cの発光領域と、光検知領域8bとを結ぶ直線は、半導体駆動素子6の素子面6aと交差しない。このため、半導体受光素子8は、



半導体発光素子 4 と確実に光学的に結合される。この配置によれば、半導体駆動素子 6 は半導体発光素子 4 に隣接して配置可能になる。

5 好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明がそのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更し得ることは、当業者によって認識される。例えば、本実施の形態では、ハウジングとして、mini-DIL 型パッケージを使用できる。

また、ハウジング内の空間は基準平面によって 2 つの別個の空間に分割されており、別個の空間の一方に半導体駆動素子が配置されると共に、他方に半導体受光素子の受光領域が配置されている。しかしながら、半導体発光素子の活性層の光反射面が、半導体受光素子の受光領域と光学的に結合可能な範囲で、半導体駆動素子の高さを変更し得る。例えば、半導体発光素子 4 の活性層の発光領域と、光検知領域とを結ぶ直線群に含まれる少なくとも一部の直線が半導体駆動素子の素子面と交差しないように、半導体発光素子、半導体駆動素子、および半導体受光素子を配置してもよい。この配置により、活性層 4 の光反射面から出射された光の一部は光検知領域に到達できる。

さらに、第 1 の搭載部材は、支持部材の代わりに、ヘルチェ素子といったサーモエレクトリッククーラ上に支持されていてもよい。サーモエレクトリッククーラは、リード端子に接続されており、第 1 の搭載部材上に搭載された電子素子、例えば半導体受光素子、半導体発光素子、および半導体駆動素子の温度を制御するようにしてもよい。

20 半導体駆動素子は、第 1 の自動電力制御回路 (A P C) および第 2 の自動電力制御回路 (A P C) を備えていてもよい。第 1 の自動電力制御回路は、電流源部に接続されている。第 2 の自動電力制御回路は、バイアス電流回路に接続されている。第 1 の自動電力制御回路および第 2 の自動電力制御回路の入力には、モニタ信号用の増幅回路の出力が接続されて

いる。この増幅回路の入力には、半導体受光素子の他端子(例えばフォトダイオードのアノード)が接続されている。

5 以上詳細に説明したように、本実施の形態に係わる発光モジュールでは、駆動素子は、半導体発光素子とモニタ用受光素子との間に配置されている。この配置では、伝送速度10Gbpsを達成できる程度にまで半導体発光素子に隣接して駆動素子を配置できる。したがって、駆動素子を半導体発光素子に隣接して配置できる構造を有する発光モジュールが提供された。

したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更に権利を請求する。